

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-124840

(43)Date of publication of application : 26.04.2002

(51)Int.Cl.

H03F 3/60
H03F 1/02
H03F 1/07
H03F 1/30
H03F 1/32
H03F 1/34
H03F 1/42
H03F 3/21
H03F 3/24
H03F 3/68
H03G 3/30

(21)Application number : 2000-314271

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 13.10.2000

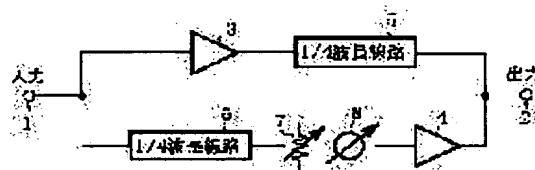
(72)Inventor : NAKAYAMA MASATOSHI
HORIGUCHI KENICHI
IKEDA YUKIO
SAKAI YUJI

(54) DOHERTY AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem that, in a conventional Doherty amplifier, as the bias conditions of two amplifiers are different, the output power from each amplifier at the output terminal is not effectively put together, and therefore the output power and efficiency are reduced.

SOLUTION: A Doherty amplifier comprises: a carrier amplifier 3 which is biased in A class, AB class or B class; a $1/4$ wavelength line 5; a peak amplifier 4 which is biased in B class or C class; a variable attenuator 7 for changing the gain; and a variable phase shifter 8 for changing the through phase amount.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-124840
(P2002-124840A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002. 4. 26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 3 F 3/60		H 0 3 F 3/60	5 J 0 6 7
1/02		1/02	5 J 0 6 9
1/07		1/07	5 J 0 9 0
1/30		1/30	A 5 J 0 9 1
1/32		1/32	5 J 0 9 2
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-314271(P2000-314271)

(22) 出願日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 中山 正敏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 堀口 健一

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100066474

弁理士 田澤 博昭 (外1名)

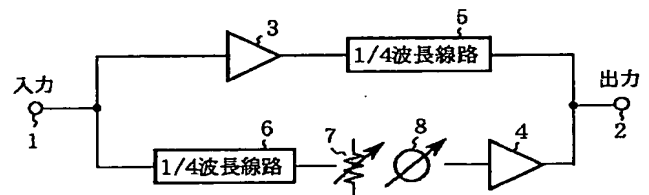
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ドハティ型増幅器

(57) 【要約】

【課題】 従来のドハティ型増幅器は、2つの増幅器のバイアス条件が異なるために、出力端における各増幅器からの出力電力の合成が有効に行なわれないので、出力電力ならびに効率が低下するという課題があった。

【解決手段】 ドハティ型増幅器において、A級、AB級またはB級にバイアスされるキャリア増幅器3と、1/4波長線路5と、B級またはC級にバイアスされるピーク増幅器4と、利得を変化される可変減衰器7と、通過位相量を変化される可変移相器8とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力端子と、

該入力端子から延びる第 1 の経路に配置されて A 級、A B 級または B 級にバイアスされる第 1 の増幅器と、
前記第 1 の経路において前記第 1 の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路（ n は 0 または任意の自然数）と、

前記入力端子から延びる第 2 の経路に配置されて B 級または C 級にバイアスされる第 2 の増幅器と、

前記第 1 の増幅器および前記第 2 の増幅器の出力側において前記第 1 の経路と前記第 2 の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、

前記第 1 の経路を伝送される高周波信号または前記第 2 の経路を伝送される高周波信号について通過位相量および利得のいずれか一方または両方を補正する補正手段とを備えることを特徴とするドハティ型増幅器。

【請求項 2】 補正手段として、第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の入力側に配置される可変減衰器および可変移相器を備えることを特徴とする請求項 1 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 3】 温度センサと、可変減衰器および可変移相器の制御に係る設定値を温度の関数として記憶した記憶手段と、前記温度センサにより測定された温度に基づいて前記記憶手段から可変減衰器および可変移相器の制御に係る設定値を読み出して可変減衰器および可変移相器を制御する制御手段とを備えることを特徴とする請求項 2 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 4】 補正手段として、第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の入力側または出力側に配置される遅延回路を備えることを特徴とする請求項 1 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 5】 補正手段として、第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の入力側または出力側に配置される周波数イコライザを備えることを特徴とする請求項 1 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 6】 補正手段として、第 2 の増幅器の入力電力と出力電力との関係である AM-AM 特性並びに第 2 の増幅器の入力電力と通過位相量との関係である AM-PM 特性を調整する AM-AM/PM 調整器を備えることを特徴とする請求項 1 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 7】 入力端子と、

該入力端子から延びる第 1 の経路に配置されて A 級、A B 級または B 級にバイアスされる第 1 の増幅器と、
前記第 1 の経路において前記第 1 の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路（ n は 0 または任意の自然数）と、

前記入力端子から延びる第 2 の経路に配置されて B 級または C 級にバイアスされる第 2 の増幅器と、

前記第 1 の経路において前記第 1 の増幅器の入力側に配置され、前記入力端子から入力されたベースバンド信号

を高周波信号に変換する第 1 の信号変換手段と、

前記第 2 の経路において前記第 2 の増幅器の入力側に配置され、前記入力端子から入力されたベースバンド信号を高周波信号に変換する第 2 の信号変換手段と、

前記第 1 の増幅器および前記第 2 の増幅器の出力側において前記第 1 の経路と前記第 2 の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、

前記第 1 の経路を伝送されるベースバンド信号または前記第 2 の経路を伝送されるベースバンド信号について通過位相量および利得のいずれか一方または両方を補正する補正手段とを備えることを特徴とするドハティ型増幅器。

【請求項 8】 第 1 の信号変換手段および第 2 の信号変換手段が、デジタル信号として与えられるベースバンド信号をアナログ高周波信号に変換することを特徴とする請求項 7 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 9】 補正手段として、第 1 の経路または第 2 の経路を伝送されるベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出手段と、該レベル検出手段により検出された電力レベルに応じた制御データが記憶された記憶手段と、検出された電力レベルに応じてベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方の制御を実施する制御手段と、該制御手段からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を変換する変換手段とを備えることを特徴とする請求項 8 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 10】 補正手段として、第 1 の経路または第 2 の経路を伝送される高周波信号の一部を取り出す分配手段と、取り出された高周波信号をデジタル信号としてのベースバンド信号に変換する信号逆変換手段と、第 1 の経路または第 2 の経路を伝送されるベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出手段と、該レベル検出手段により検出された電力レベルに応じた制御データ並びに第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の特性に係るデータが記憶された記憶手段と、前記レベル検出手段により検出された電力レベルおよび前記信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号に基づいて前記第 1 の経路または前記第 2 の経路を伝送されるベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を制御する制御手段と、該制御手段からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を変換する変換手段とを備えることを特徴とする請求項 7 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 11】 制御手段が、信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号と、記憶手段に記憶された第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の特性に係るデータとを対照して、前記記憶手段に記憶された制御データを書き換えることを特徴とする請求項 10 記載のドハティ型増幅器。

【請求項 12】 入力端子と、

該入力端子から延びる第1の経路に配置されてA級、A級またはB級にバイアスされる第1の増幅器と、前記第1の経路において前記第1の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路（ n は0または任意の自然数）と、前記入力端子から延びる第2の経路に配置されてB級またはC級にバイアスされる第2の増幅器と、前記第1の増幅器および前記第2の増幅器の出力側において前記第1の経路と前記第2の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、前記第1の増幅器の入力側に配置される第1のアイソレータと、前記第2の増幅器の入力側に配置される第2のアイソレータとを備えることを特徴とするドハティ型増幅器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、高周波帯域において変調波信号を増幅するための高出力増幅器に係り、特にバックオフが大きな動作状態においても効率の高い高出力増幅器を実現するドハティ型増幅器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】VHF帯、UHF帯あるいはマイクロ波帯等の高周波帯域においては、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)やQAM(Quadrature Amplitude Modulation)等の各種の変調方式を用いて通信が実施されている。一般的に、これらの通信で使用される高周波信号は変調波の周期に対応して振幅が時間的に変化する。すなわち、高周波信号の包絡線が時間的に変化する。また、移動体通信基地局などにおいて複数の信号を同時に増幅する場合にも、複数の信号に係る重畳信号は時間的に変化する。図13は高周波信号の波形の一例を示す図である。図13に示される高周波信号については、その平均電力と比較して、包絡線の振幅が瞬時的に最大になる状態における電力いわゆる瞬時的なピーク電力が大きくなっている。この平均電力とピーク電力との比をピーク電力比あるいはクレストファクタと称する。近年の移動体通信基地局などで使用される高周波信号については、このピーク電力比の値が11dB以上にも及ぶことがある。このようなピーク電力比の大きな高周波信号を瞬時ピーク時にも飽和させずに増幅するためには、高出力増幅器は実動作時の平均出力電力に比較して十分に大きな飽和電力を有していなければならない。増幅器の飽和電力が不十分であると、増幅器から出力される信号は瞬時電力の大きな部分が切り取られた波形を有するようになり、その結果として隣接するチャンネルへ漏洩する妨害波が大きくなること、送信される信号が劣化すること、および伝送誤りが大きくなること等の弊害が生じる。すなわち、増幅器は実動作時の平均出力電力と飽和電力との差として与えられるバックオフが十分に大きな

状態で動作させる必要がある。

【0003】然るに、飽和電力が大きい状態と効率が良い状態とを両立させることは困難である。一般的に、高周波帯域の高出力増幅器では、要求される特性に応じて増幅器の出力整合回路を調整して、FETなどの増幅素子から見た出力側の負荷インピーダンスを最適化する。例えば、効率を高くする負荷インピーダンス条件を選択する場合もあれば、飽和電力を大きくする負荷インピーダンス条件を選択する場合などがある。しかし、例えば“MMIC技術の基礎と応用（リアライズ社、高木、伊藤著、特に155頁の図8.39(a)参照）”に記述されているように、一般的には効率を高くする負荷インピーダンス条件と飽和電力を大きくする負荷インピーダンス条件とは一致しない。しかも、出力電力に応じて最大効率を実現する負荷インピーダンスは変化する。図14はFET等の増幅素子についての出力側負荷インピーダンスと飽和電力および効率との関係を示すスミスチャートである。飽和電力および効率が等しい領域は、それぞれスミスチャート上において等高線として示されている。一般的に、飽和電力を高くする負荷インピーダンスと効率を高くする負荷インピーダンスとは一致しない。効率の高い負荷インピーダンス条件では、飽和電力が不足して、結果的に変調波信号のピークが切り取られた波形を有することになって良好な通信を実現することはできない。一方、飽和電力が大きくなる負荷インピーダンス条件では、変調波のピークが切り取られることは無くなるが、増幅器としての効率は低下してしまう。

【0004】以上の理由から明らかなように、飽和電力が大きく、かつ効率の良い増幅器を構成することは困難であった。言い換えれば、平均出力電力に比較して飽和電力が大きな状態すなわちバックオフが大きな状態では、一般的に増幅器の効率は大きく低下する。例えば単純なB級増幅器では飽和動作時には理論的な最大効率は78%であるが、バックオフ10dBでの動作時における最大理論効率は26%となる。このために、上記のようなピーク電力比の大きな信号を低歪みで増幅する必要のある基地局用高出力増幅器などの効率は低くなっていた。

【0005】上記のような増幅器の飽和電力および効率に係る問題を解決するために、マイクロ波ドハティ型増幅器（ドハティ型増幅器）が開発されている。図15は例えば特開平7-22852号公報に示された従来のマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。図15において、101は入力端子、102は出力端子、103は $1/4$ 波長線路、104はA級、AB級またはB級にバイアスされた増幅器として与えられるキャリア増幅器、105はB級またはB級よりも電流を絞った状態すなわちC級にバイアスされた増幅器として与えられるピーク増幅器、106は $1/4$ 波長線路、107は便宜的に $R/2$ としたインピーダンス（ R は任意の値を取り

得る)を有する出力負荷である。

【0006】次に動作について説明する。入力端子101から入力された高周波信号を2つの経路に分配し、一方の経路では高周波信号をキャリア増幅器104に入力し、キャリア増幅器104からの出力信号を1/4波長線路106に入力する。また、他方の経路では1/4波長線路103を通過した後に高周波信号をピーク増幅器105に入力する。そして、2つの経路に分配されそれぞれ伝送された高周波信号を合成して、出力端子102から出力し出力負荷107に供給する。

【0007】瞬時入力電力が小さい場合には、キャリア増幅器104はA級、AB級またはB級にバイアスされており、入力信号の電力レベルに関わらず増幅動作を実施して出力信号を出力する。一方、ピーク増幅器105はB級またはC級にバイアスされており、瞬時入力電力が小さい場合には、オフ状態すなわち増幅動作を実施しないで出力信号も出力しない。また、ピーク増幅器105の直流消費電力も0あるいは十分に小さいので、マイクロ波ドハティ型増幅器全体としての効率も高い。

【0008】一方、瞬時入力電力が十分に大きい場合には、ピーク増幅器105がオン状態となって、ピーク増幅器105への入力信号を増幅し出力信号を発生する。この際、キャリア増幅器104の出力電力とピーク増幅器105の出力電力とを合成することで、結果的により大きな飽和電力を有する増幅器を構成することになる。

【0009】但し、マイクロ波ドハティ型増幅器は、単純にA級、AB級またはB級にバイアスされた増幅器とB級またはC級にバイアスされた増幅器とを組み合わせたのみの回路として与えられるものではない。キャリア増幅器104の出力側に設けられた1/4波長線路106の機能に基づいてキャリア増幅器104の見かけの負荷インピーダンスを変化させることで、より一層の高効率化を実現している。

【0010】図16は入力信号の電力レベルが小さい場合のマイクロ波ドハティ型増幅器の動作状態を示す図である。ピーク増幅器105はオフ状態になっているために、その出力インピーダンスは理想的には無限大である。キャリア増幅器104の出力側に設けられている1/4波長線路106の特性インピーダンス Z_0 はRであるために、出力負荷107がインピーダンス変換されてキャリア増幅器104の出力端から見た負荷インピーダンスは2Rとなる。負荷インピーダンスが2Rの場合には、キャリア増幅器104は飽和電力が小さいが効率が良好になるように設計されている。したがって、このような動作状態においてはキャリア増幅器104は最大の効率で動作する。

【0011】また、入力信号の電力レベルが大きい場合には、図15に示されるような動作状態が実現されて、キャリア増幅器104とピーク増幅器105とが互いに並列に接続されるとともに両方の増幅器が電力を出力す

るために、出力負荷107が接続された状態においてそれぞれの負荷が見る負荷インピーダンスは出力負荷107のインピーダンスの2倍のRとなる。キャリア増幅器104の出力側に設けられた1/4波長線路106の特性インピーダンスはRであるから、この線路によるインピーダンス変換は行なわれずに、キャリア増幅器104の出力端から見た負荷インピーダンスもRとなる。負荷インピーダンスがRの場合には、キャリア増幅器104およびピーク増幅器105ともに飽和電力が大きくなるように設計されており、マイクロ波ドハティ型増幅器全体として大きな飽和電力を得ることができる。このような動作状態においては、マイクロ波ドハティ型増幅器は飽和電力に近い状態で動作するので効率も高い。

【0012】上記のようにマイクロ波ドハティ型増幅器は、入力信号の電力が大きい場合にピーク増幅器105が動作することでキャリア増幅器104とピーク増幅器105との2つの出力電力が合成されて飽和電力が大きくなるという効果、並びに入力信号の電力が小さい場合と大きい場合とでキャリア増幅器104の見かけの負荷インピーダンスが変化して高効率に動作可能であるという効果を奏することで、バックオフが大きな状態においても高効率な動作を実現することができる。なお、上記の回路構成においては、キャリア増幅器104の見かけの負荷インピーダンスを変化させるために1/4波長線路106が設けられているが、1/4波長線路106に代えて $1/4 + n/2$ 波長線路(nは任意の自然数)を配置することでも同様の作用効果を得ることができる。また、ピーク増幅器105の入力側に1/4波長線路103を配置するのに代えて、90度の位相差で高周波信号を分配する90度分配器を用いることも可能である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来のドハティ型増幅器は以上のように構成されているので、入力信号の電力が大きい状態でキャリア増幅器とピーク増幅器とが同時に動作している場合でも、キャリア増幅器とピーク増幅器とのバイアス条件が互いに異なるために、一般的には2つの増幅器の通過位相量が必ずしも等しくはならない。また、2つの増幅器の利得についても、一般的に等しくはならない。したがって、2つの増幅器の通過位相量が等しくない場合には、出力端における各増幅器からの出力電力の合成が有効に行なわれないために、出力電力ならびに効率が低下するという課題があった。

【0014】また、図17はドハティ型増幅器に係る入力電力と出力電力との関係(AM-AM特性)を示す図である。キャリア増幅器とピーク増幅器とを組み合わせる全体的に良好な効率、利得および歪み特性を実現するためには、図17に示されるピーク増幅器がオン状態となる電力レベル P_{on} 、およびピーク増幅器がオン状態となつてからの入力電力の変化に対する出力電力の変化すなわちAM-AM特性を最適化する必要がある。然る

に、ピーク増幅器についてオン状態となる電力レベル P_{on} 、あるいは AM-AM 特性が所望の値からずれると、キャリア増幅器と組み合わせることで構成されるドハティ型増幅器全体の効率が低下したり、全体的な線形性が悪化するという課題があった。

【0015】また、主に C 級増幅器として与えられるピーク増幅器は入力電力と出力電力との関係 (AM-AM 特性) に大きな非線形性を有しているのみではなく、入力電力と通過位相量との関係 (AM-PM 特性) も変化する。このために、入力電力の増加に伴ってピーク増幅器の通過位相量に変化して、出力端におけるキャリア増幅器からの出力電力とピーク増幅器からの出力電力との合成が有効に行なわれないために、出力電力ならびに効率が低下するという課題があった。

【0016】また、一般的に周囲温度の変化に応じて増幅器の特性は変化する。ドハティ型増幅器ではバイアス条件が大きく異なる 2 種類の増幅器を用いているために、同じバイアス条件の並列増幅器などと比較すると、温度変化による 2 つの増幅器間の特性差が現れ易くなっている。したがって、温度変化によりキャリア増幅器とピーク増幅器との間で通過位相量に差が生じて出力電力の合成が有効に行なわれないために、出力電力ならびに効率が低下するという課題があった。

【0017】さらに、ドハティ型増幅器では、通常の並列増幅器とは異なって、バイアス条件の異なる 2 つの増幅器が用いられるために、2 つの増幅器のバランスが悪くなる。図 18 はドハティ型増幅器において形成されるループを示す図である。ドハティ型増幅器は、上記のように 2 つの増幅器のバランスが悪いとともに $1/4$ 波長線路を用いて回路の経路が長くなることに起因して、キャリア増幅器 104 が配置された経路とピーク増幅器 105 が配置された経路とを一巡するようなループにおいて不要なループ発振等の現象が生じ易くなるという課題があった。なお、通常の並列増幅器では 2 つの増幅器が同じ状態で動作しているのでバランスがよく、ループ発振の問題はマイクロ波ドハティ型増幅器ほど深刻なものとはならない。

【0018】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、出力電力および効率の低下を防止するために、キャリア増幅器またはピーク増幅器の通過位相量を変更可能なドハティ型増幅器を得ることを目的とする。

【0019】また、この発明は、出力電力および効率の低下を防止するために、温度変化に起因するキャリア増幅器とピーク増幅器との間の通過位相量の差を補償することができるドハティ型増幅器を得ることを目的とする。

【0020】さらに、この発明は、出力電力および効率の低下を防止するために、ピーク増幅器の AM-AM 特性および AM-PM 特性を変更可能なドハティ型増幅器

を得ることを目的とする。

【0021】さらに、この発明はループ発振を防止することができるドハティ型増幅器を得ることを目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】この発明に係るドハティ型増幅器は、入力端子と、入力端子から延びる第 1 の経路に配置されて A 級、AB 級または B 級にバイアスされる第 1 の増幅器と、第 1 の経路において第 1 の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路 (n は 0 または任意の自然数) と、入力端子から延びる第 2 の経路に配置されて B 級または C 級にバイアスされる第 2 の増幅器と、第 1 の増幅器および第 2 の増幅器の出力側において第 1 の経路と第 2 の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、第 1 の経路を伝送される高周波信号または第 2 の経路を伝送される高周波信号について通過位相量および利得のいずれか一方または両方を補正する補正手段とを備えるようにしたものである。

【0023】この発明に係るドハティ型増幅器は、補正手段として、第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の入力側に配置される可変減衰器および可変移相器を備えるようにしたものである。

【0024】この発明に係るドハティ型増幅器は、温度センサと、可変減衰器および可変移相器の制御に係る設定値を温度の関数として記憶した記憶手段と、温度センサにより測定された温度に基づいて記憶手段から可変減衰器および可変移相器の制御に係る設定値を読み出して可変減衰器および可変移相器を制御する制御手段とを備えるようにしたものである。

【0025】この発明に係るドハティ型増幅器は、補正手段として、第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の入力側または出力側に配置される遅延回路を備えるようにしたものである。

【0026】この発明に係るドハティ型増幅器は、補正手段として、第 1 の増幅器または第 2 の増幅器の入力側または出力側に配置される周波数イコライザを備えるようにしたものである。

【0027】この発明に係るドハティ型増幅器は、補正手段として、第 2 の増幅器の入力電力と出力電力との関係である AM-AM 特性並びに第 2 の増幅器の入力電力と通過位相量との関係である AM-PM 特性を調整する AM-AM/PM 調整器を備えるようにしたものである。

【0028】この発明に係るドハティ型増幅器は、入力端子と、入力端子から延びる第 1 の経路に配置されて A 級、AB 級または B 級にバイアスされる第 1 の増幅器と、第 1 の経路において第 1 の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路 (n は 0 または任意の自然数) と、入力端子から延びる第 2 の経路に配置されて B 級または C 級にバイアスされる第 2 の増幅器と、第 1 の

経路において第1の増幅器の入力側に配置され、入力端子から入力されたベースバンド信号を高周波信号に変換する第1の信号変換手段と、第2の経路において第2の増幅器の入力側に配置され、入力端子から入力されたベースバンド信号を高周波信号に変換する第2の信号変換手段と、第1の増幅器および第2の増幅器の出力側において第1の経路と第2の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、第1の経路を伝送されるベースバンド信号または第2の経路を伝送されるベースバンド信号について通過位相量および利得のいずれか一方または両方を補正する補正手段とを備えるようにしたものである。

【0029】この発明に係るドハティ型増幅器は、第1の信号変換手段および第2の信号変換手段が、デジタル信号として与えられるベースバンド信号をアナログ高周波信号に変換するようにしたものである。

【0030】この発明に係るドハティ型増幅器は、補正手段として、第1の経路または第2の経路を伝送されるベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出手段と、レベル検出手段により検出された電力レベルに応じた制御データが記憶された記憶手段と、検出された電力レベルに応じてベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方の制御を実施する制御手段と、制御手段からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を変換する変換手段とを備えるようにしたものである。

【0031】この発明に係るドハティ型増幅器は、補正手段として、第1の経路または第2の経路を伝送される高周波信号の一部を取り出す分配手段と、取り出された高周波信号をデジタル信号としてのベースバンド信号に変換する信号逆変換手段と、第1の経路または第2の経路を伝送されるベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出手段と、レベル検出手段により検出された電力レベルに応じた制御データ並びに第1の増幅器または第2の増幅器の特性に係るデータが記憶された記憶手段と、レベル検出手段により検出された電力レベルおよび信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号に基づいて第1の経路または第2の経路を伝送されるベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を制御する制御手段と、制御手段からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を変換する変換手段とを備えるようにしたものである。

【0032】この発明に係るドハティ型増幅器は、制御手段が、信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号と、記憶手段に記憶された第1の増幅器または第2の増幅器の特性に係るデータとを対照して、記憶手段に記憶された制御データを書き換えるようにしたものである。

【0033】この発明に係るドハティ型増幅器は、入力端子と、入力端子から延びる第1の経路に配置されてA

級、AB級またはB級にバイアスされる第1の増幅器と、第1の経路において第1の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路(n は0または任意の自然数)と、入力端子から延びる第2の経路に配置されてB級またはC級にバイアスされる第2の増幅器と、第1の増幅器および第2の増幅器の出力側において第1の経路と第2の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、第1の増幅器の入力側に配置される第1のアイソレータと、第2の増幅器の入力側に配置される第2のアイソレータとを備えるようにしたものである。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1によるマイクロ波ドハティ型増幅器(ドハティ型増幅器)の構成を示す図である。図1において、1は入力端子、2は出力端子、3は入力端子1から延びる第1の経路に配置されてA級、AB級またはB級にバイアスされ瞬時電力の大小に関わらず常に動作して入力信号を増幅する増幅器として与えられるキャリア増幅器(第1の増幅器)、4は入力端子1から延びる第2の経路に配置されてB級またはC級にバイアスされ瞬時電力が小さい場合には動作せず瞬時電力が大きい場合のみ動作して入力信号を増幅する増幅器として与えられるピーク増幅器(第2の増幅器)、5はキャリア増幅器3の出力側に配置される $1/4$ 波長線路、6はピーク増幅器4の入力側に配置される $1/4$ 波長線路、7はピーク増幅器4の入力側に配置される可変減衰器、8はピーク増幅器4の入力側に配置される可変移相器である。なお、可変減衰器7と可変移相器8とから、第2の経路を伝送される高周波信号の通過位相量および利得を補正する補正手段が構成される。

【0035】次に動作について説明する。キャリア増幅器3、ピーク増幅器4、 $1/4$ 波長線路5および $1/4$ 波長線路6に係る動作については、従来の技術において説明した図15に示されるマイクロ波ドハティ型増幅器におけるキャリア増幅器104、ピーク増幅器105、 $1/4$ 波長線路106および $1/4$ 波長線路103に係る動作と同様であるので、その説明を省略する。なお、従来のマイクロ波ドハティ型増幅器と同様に、キャリア増幅器3の見かけの負荷インピーダンスを変化させるために $1/4$ 波長線路5が設けられているが、 $1/4$ 波長線路5に代えて $1/4 + n/2$ 波長線路(n は0または任意の自然数)を配置することでも同様の作用効果を得ることができる。

【0036】また、既に述べたように、キャリア増幅器3とピーク増幅器4とは、バイアス条件が大きく異なるために、利得や通過位相量異なる。したがって、この実施の形態1によるマイクロ波ドハティ型増幅器では、可変減衰器7および可変移相器8を調整して、キャリア増幅器3とピーク増幅器4との利得の差および通過位相

量の差を補償する。これにより、出力端におけるキャリア増幅器3の出力電力とピーク増幅器4の出力電力との合成を良好に実施することが可能となる。

【0037】以上のように、この実施の形態1によれば、ピーク増幅器4の入力側に配置される可変減衰器7およびピーク増幅器4の入力側に配置される可変移相器8を備えるように構成したので、キャリア増幅器3とピーク増幅器4との利得の差および通過位相量の差を補償して、出力端におけるキャリア増幅器3の出力電力とピーク増幅器4の出力電力との合成を良好に実施することができるので、マイクロ波ドハティ型増幅器全体としての出力電力や効率を向上することができるという効果を奏する。

【0038】なお、可変減衰器7および可変移相器8をキャリア増幅器3の入力側に設ける構成としてもよく、ピーク増幅器4の入力側に設けた場合と同様の効果を奏する。また、図2はこの発明の実施の形態1によるマイクロ波ドハティ型増幅器の変形例の構成を示す図である。図2において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。9は図1に示される1/4波長線路6に代えて、第1の経路に入力された高周波信号の位相に対して第2の経路に入力された高周波信号の位相を $\pi/4$ 遅らせるように高周波信号を2つの経路に分配する90度分配器である。このような構成を用いることによっても、図1に示されたマイクロ波ドハティ型増幅器と同様に動作して同様の効果を奏する。

【0039】実施の形態2. 図3はこの発明の実施の形態2によるマイクロ波ドハティ型増幅器（ドハティ型増幅器）の構成を示す図である。図3において、図2と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。10は温度センサ、11は可変減衰器7および可変移相器8の制御に係る設定値を温度の関数として記憶したROM（記憶手段）、12は温度センサ10により測定された温度に基づいてROM11から可変減衰器7および可変移相器8の制御に係る設定値を読み出して可変減衰器7および可変移相器8を適宜制御する制御回路（制御手段）である。

【0040】次に動作について説明する。温度センサ10により周囲温度を検出して、当該検出された温度に対応する可変減衰器7および可変移相器8の制御に係る設定値をROM11から読み出す。制御回路12は、ROM11から読み出された設定値に応じて可変減衰器7および可変移相器8を適宜制御する。なお、ROM11には、各温度においてキャリア増幅器3およびピーク増幅器4に係る利得の差および通過位相量の差を補償するように設定された可変減衰器7および可変移相器8に係る制御データが記憶されている。

【0041】既に述べたように、キャリア増幅器3とピーク増幅器4とはバイアス条件が大きく異なるために、温度に対する特性変化の形態も異なる。例えば“トラン

ジスタ技術SPECIAL No. 1 特集 個別半導体素子活用法のすべて”の130～131頁に記載または131頁の図6に示されているように、FETのゲート電圧の違い（バイアス条件が違うことに相当する）によって、相互コンダクタンス g_m （一般に、 g_m は増幅器の利得に比例する）の温度特性が大きく異なることが示されている。ゲート電圧 V_{GS} がマイナス側に深い場合、すなわちB級あるいはC級に近い条件では、温度が上昇すると相互コンダクタンス g_m が大きくなり増幅器の利得も上昇する。一方、ゲート電圧がマイナス側に浅い場合、すなわちAB級に近い条件では、温度が上昇すると相互コンダクタンス g_m が小さくなり増幅器の利得は小さくなる。以上の例のように、バイアス条件の大きく異なる2つの増幅器を用いるドハティ型増幅器では、2つの増幅器間で温度変化に伴って利得や通過位相量等に差が発生し出力端での出力合成が良好に行なわれない。したがって、この実施の形態2によるマイクロ波ドハティ型増幅器では、周囲温度に応じて可変減衰器7および可変移相器8を適宜制御して、キャリア増幅器3とピーク増幅器4との利得の差および通過位相量の差を補償する。これにより、出力端におけるキャリア増幅器3の出力電力とピーク増幅器4の出力電力との合成を良好に実施することが可能となる。

【0042】以上のように、この実施の形態2によれば、温度センサ10と、可変減衰器7および可変移相器8の制御に係る設定値を温度の関数として記憶したROM11と、温度センサ10により測定された温度に基づいてROM11から可変減衰器7および可変移相器8の制御に係る設定値を読み出して可変減衰器7および可変移相器8を制御する制御回路12とを備えるように構成したので、周囲温度に応じて可変減衰器7および可変移相器8を適宜制御してキャリア増幅器3とピーク増幅器4との利得の差および通過位相量の差を補償して、出力端におけるキャリア増幅器3の出力電力とピーク増幅器4の出力電力との合成を良好に実施することができるので、マイクロ波ドハティ型増幅器全体として周囲温度に関わらず高い出力電力や効率を維持することができるという効果を奏する。なお、ROMに記憶するデータについては、例えばあらかじめ上記資料の131頁に示された図6のような温度に対する増幅器の特性データを取得し、温度変化に対する利得、位相量の差を打ち消すように可変減衰器7、可変移相器8に対する設定値を記憶すれば良い。

【0043】なお、可変減衰器7および可変移相器8をキャリア増幅器3の入力側に設け、周囲温度に応じて制御回路12により当該可変減衰器7および可変移相器8を制御する構成としてもよく、可変増幅器7および可変移相器8をピーク増幅器4の入力側に設けた場合と同様の効果を奏する。

【0044】実施の形態3. 図4はこの発明の実施の形

態 3 によるマイクロ波ドハティ型増幅器（ドハティ型増幅器）の構成を示す図である。図 4 において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。13 は伝送される高周波信号の周波数に応じて当該高周波信号の通過位相量すなわち遅延時間を調整可能とする遅延回路である。なお、遅延回路としては、同軸線路等の一般的な線路、あるいはバンドパスフィルタの遅延特性を利用する遅延フィルタなどを用いることができる。

【0045】次に動作について説明する。キャリア増幅器 3 とピーク増幅器 4 とはバイアス条件が大きく異なるために、周波数に応じて通過位相量すなわち遅延時間が異なる。したがって、この実施の形態 3 によるマイクロ波ドハティ型増幅器では、遅延回路 13 を設けて、キャリア増幅器 3 が配置された第 1 の経路を伝送される高周波信号とピーク増幅器 4 が配置された第 2 の経路を伝送される高周波信号とに係る遅延時間を一致させることで、キャリア増幅器 3 とピーク増幅器 4 との通過位相量の差を高周波信号の周波数に応じて補償して、出力端におけるキャリア増幅器 3 の出力電力とピーク増幅器 4 の出力電力との合成を広帯域にわたって良好に実施することが可能となる。

【0046】以上のように、この実施の形態 3 によれば、伝送される高周波信号の周波数に応じて当該高周波信号の遅延時間を調整可能とする遅延回路 13 を備えるように構成したので、第 1 の経路を伝送される高周波信号と第 2 の経路を伝送される高周波信号とに係る遅延時間を一致させてキャリア増幅器 3 とピーク増幅器 4 との通過位相量の差を補償し、出力端におけるキャリア増幅器 3 の出力電力とピーク増幅器 4 の出力電力との合成を広帯域にわたって良好に実施することができるから、広帯域にわたって高効率なマイクロ波ドハティ型増幅器を得ることができるという効果を奏する。

【0047】なお、キャリア増幅器 3 とピーク増幅器 4 とに係る遅延時間の大小に応じて、ピーク増幅器 4 の出力側に遅延回路 13 を設ける構成としてもよく、あるいはキャリア増幅器 3 の入力側または出力側に遅延回路 13 を設ける構成としてもよく、これらの場合にも上記と同様の効果を奏する。

【0048】また、キャリア増幅器 3 とピーク増幅器 4 とはバイアス条件が大きく異なるために、周波数に応じて利得が異なる。すなわち、キャリア増幅器 3 とピーク増幅器 4 とは、利得の周波数特性も大きく異なる。したがって、伝送される高周波信号の周波数に応じて当該高周波信号の利得を調整する周波数イコライザを遅延回路 13 に代えて設ける構成としてもよい。これにより、第 1 の経路を伝送される高周波信号と第 2 の経路を伝送される高周波信号とに係る利得の周波数特性を一致させることができ、広帯域にわたって良好な性能を実現することができる。勿論、遅延回路および周波数イコライザ

の両方を設ける構成としてもよい。

【0049】実施の形態 4. 図 5 はこの発明の実施の形態 4 によるマイクロ波ドハティ型増幅器（ドハティ型増幅器）の構成を示す図である。図 5 において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。14 はピーク増幅器 4 の入力電力と出力電力との関係である AM-AM 特性並びにピーク増幅器 4 の入力電力と通過位相量との関係である AM-PM 特性を調整する AM-AM/PM 調整器である。

【0050】一般的に、AM-AM/PM 調整器 14 は非線形回路で構成することができる。図 6 は AM-AM/PM 調整器の構成の一例を示す図である。図 6 において、15 は入力端子、16 は直流カット用のコンデンサ、17 は直流バイアス電源、18 はバイアス用抵抗、19 はダイオード、20 は出力端子である。この図 6 に示される AM-AM/PM 調整器は、"IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 45, No. 12, December 1997" の 2431 頁において開示され、増幅器の非線形性（歪み）を補償するためのリニアライザとして使用することを目的に構成されるダイオードを用いた非線形回路として紹介されているものである。一般的には、図 6 に示される回路に限らず、非線形特性を有する回路の回路定数などを所望の値に変更することで、AM-AM/PM 調整器を構成することができる。

【0051】図 7 は AM-AM/PM 調整器の構成の他の例を示す図である。図 7 において、図 2 と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。21 は可変減衰器、22 は可変移相器、23 はピーク増幅器 4 が配置された第 2 の経路を伝送される高周波信号の電力を一部取り出す分配器、24 は分配された信号の瞬時電力レベルを検出するレベル検出器、25 は検出された瞬時電力レベルに応じて可変減衰器 21 および可変移相器 22 を制御する制御回路である。レベル検出器 24 により検出される入力電力レベルに応じて、可変減衰器 21 および可変移相器 22 を用いて第 2 の経路を伝送される高周波信号について予め記憶された減衰量および移相量を生ずるように制御することで、AM-AM 特性および AM-PM 特性に係る調整を行なうことができる。すなわち、可変減衰器 21、可変移相器 22、分配器 23、レベル検出器 24 および制御回路 25 から AM-AM/PM 調整器を構成することができる。

【0052】図 8 は AM-AM/PM 調整器の構成の他の例を示す図である。図 8 において、図 7 と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。26 はレベル検出器 24 によって検出された瞬時電力レベルに応じてピーク増幅器 4 のバイアス条件を制御する制御回路である。ピーク増幅器 4 はバイアス条件に応じて利得や通過位相量が変化するので、レベル検出器 24 により検出される電力レベルに応じて、ピーク増幅器 4 のバイアス条件を適宜制御することで、ピーク増幅器 4 に

係るAM-AM特性およびAM-PM特性の調整を行なうことができる。すなわち、分配器23、レベル検出器24および制御回路26からAM-AM/PM調整器を構成することができる。

【0053】次に動作について説明する。ピーク増幅器4は瞬時入力電力がある値以上の場合にオン状態となって出力電力を発生するが、マイクロ波ドハティ型増幅器全体の高効率化および低歪み化を実現するためには、ピーク増幅器4が動作を開始する瞬時入力電力の値ならびに瞬時入力電力の変化に対する瞬時出力電力の変化に係る特性いわゆるAM-AM特性を最適化する必要がある。また、出力端におけるキャリア増幅器3の出力電力とピーク増幅器4の出力電力との合成を良好に行なうためには、ピーク増幅器4についての瞬時入力電力の変化に対する通過位相量の変化に係る特性いわゆるAM-PM特性を最適化する必要がある。したがって、この実施の形態4によるマイクロ波ドハティ型増幅器では、AM-AM/PM調整器を設けることで、ピーク増幅器4が動作する電力レベルや瞬時入力電力の変化に対する瞬時出力電力の変化および通過位相量の変化等に係る特性を最適化することが可能となる。

【0054】以上のように、この実施の形態4によれば、ピーク増幅器4の入力電力と出力電力との関係であるAM-AM特性並びにピーク増幅器4の入力電力と通過位相量との関係であるAM-PM特性を調整するAM-AM/PM調整器14を備えるように構成したので、ピーク増幅器4のAM-AM特性およびAM-PM特性を最適化して、出力端におけるキャリア増幅器3の出力電力とピーク増幅器4の出力電力との合成を良好に実施してマイクロ波ドハティ型増幅器全体の高効率化ならびに低歪み化を実現することができるという効果を奏する。

【0055】なお、上記の実施の形態1、実施の形態3および実施の形態4については、それぞれを個別に実施することも可能であり、またこれら複数の実施の形態の特徴部を適宜組み合わせるマイクロ波ドハティ型増幅器を構成することも可能である。

【0056】実施の形態5、実施の形態1から実施の形態4では、入力端子に高周波信号を入力するとともに当該高周波信号を2つの経路に分配してキャリア増幅器3とピーク増幅器4とにそれぞれ入力する構成としていたが、この実施の形態5は通信機のベースバンド部において信号を2つの経路に分配する構成を採ることを特徴とするものである。すなわち、入力されたベースバンド信号をベースバンド信号を処理対象とする回路部位においてキャリア増幅器3が配置される第1の経路とピーク増幅器4が配置される第2の経路との2つの経路に分配するものである。

【0057】図9はこの発明の実施の形態5によるマイクロ波ドハティ型増幅器（ドハティ型増幅器）の構成を

示す図である。図9において、図1と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。31はベースバンド信号の入力端子、32はベースバンド信号を第1の経路と第2の経路とに分配するとともにベースバンド信号に対する処理を実施するベースバンド処理回路、33は第1の経路を伝送されるベースバンド信号および第2の経路を伝送されるベースバンド信号を周波数変換してそれぞれの経路において高周波信号として出力する周波数変換回路である。周波数変換回路33は、第1の経路に配置される第1の周波数変換用ミキサ34、第2の経路に配置される第2の周波数変換用ミキサ35、周波数変換用ミキサ34、35に搬送周波数の信号を供給するローカル発振器36および90度移相器37を有して構成されている。

【0058】次に動作について説明する。入力端子31に入力されたベースバンド信号は、ベースバンド処理回路32において2つの経路に分配された後に、周波数変換回路33において高周波信号に周波数変換される。それぞれの経路において周波数変換された高周波信号は、キャリア増幅器3およびピーク増幅器4により増幅されて、出力端子2で合成されて出力される。

【0059】ベースバンド信号を処理対象とするベースバンド処理回路32において、ベースバンド信号を2つの経路に分配することにより、可変減衰器、可変移相器、遅延回路、AM-AM/PM調整器などの補正手段をベースバンド信号に係るより低い周波数帯域を対象として構成することが可能となる。このために、上記補正手段を実現する回路の構成に係る自由度が増加して、調整をより容易に実施することができる回路、精度の高い回路等を作成することが可能となる。すなわち、ベースバンド処理回路32において、第1の経路を伝送されるベースバンド信号または第2の経路を伝送されるベースバンド信号について通過移相量および利得のいずれか一方または両方を補正する補正手段について、調整の容易化並びに精度の向上を実現することが可能となる。

【0060】例えば、図10はベースバンド信号を処理対象としたAM-AM/PM調整器の構成を示す図である。図10に示された回路は、そのまま図9のベースバンド処理回路32として適用されるものである。図10において、41はベースバンド信号を2つの経路に分配する分配器、42は入力されたベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出器（レベル検出手段）、43は電力レベルに応じた制御データが記憶されたROM（記憶手段）、44は電力レベルに応じてベースバンド信号の振幅および位相制御を実施する制御回路（制御手段）、45は制御回路44からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相を変換するレベル・位相変換器（変換手段）、46は第1の経路に配置されてデジタル信号として与えられるベースバンド信号をアナログ信号に変換する第1のD/A変換器、47は第2の経

路に配置されてデジタル信号として与えられるベースバンド信号をアナログ信号に変換する第2のD/A変換器である。なお、第1のD/A変換器46と第1の周波数変換用ミキサ34とから第1の経路を伝送されるデジタル信号としてのベースバンド信号をアナログ高周波信号に変換する第1の信号変換手段が構成され、第2のD/A変換器47と第2の周波数変換用ミキサ35とから第2の経路を伝送されるデジタル信号としてのベースバンド信号をアナログ高周波信号に変換する第2の信号変換手段が構成される。

【0061】次に動作について説明する。制御回路44は、レベル検出器42により検出されデジタルデータとして与えられるベースバンド信号の電力レベルに応じてROM43から最適な制御データを読み出し、当該制御データに応じてレベル・位相変換器45を制御してベースバンド信号の振幅または位相を調整する。上記の工程は高周波信号よりも周波数の低いベースバンド信号に対して実施されるので、高周波回路において振幅、位相の調整を実施する場合と比較して調整の自由度も大きく、より精度の高い処理を可能とし、結果的にマイクロ波ドハティ型増幅器の効率を向上させる。

【0062】以上のように、この実施の形態5によれば、第1のD/A変換器46と第1の周波数変換用ミキサ34とから成り第1の経路を伝送されるデジタル信号としてのベースバンド信号をアナログ高周波信号に変換する第1の信号変換手段と、第2のD/A変換器47と第2の周波数変換用ミキサ35とから成り第2の経路を伝送されるデジタル信号としてのベースバンド信号をアナログ高周波信号に変換する第2の信号変換手段とを備えるように構成したので、第1の経路または第2の経路を伝送される信号に対する振幅、位相等に係る調整を高周波信号よりも周波数の低いベースバンド信号に対して実施することができるので、調整の自由度が大きくなってより精度の高い処理を可能とし、マイクロ波ドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0063】また、増幅器に係る調整動作をデジタル信号処理で実施することができるので、制御関連データを遠隔地に送信または遠隔地から受信することで、遠隔地からのマイクロ波ドハティ型増幅器のモニタや制御を可能にすることができるという効果を奏する。

【0064】さらに、入力されたベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出器42と、電力レベルに応じた制御データが記憶されたROM43と、電力レベルに応じてベースバンド信号の振幅・位相制御を実施する制御回路44と、制御回路44からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相を変換するレベル・位相変換器45とを備えるように構成したので、デジタル信号として与えられる電力レベルに係るデータに応じて最適な制御データをROM43から読み出して増幅

器に係る制御動作を実施することができるので、精度が高い処理を実施できてマイクロ波ドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0065】実施の形態6。図11はこの発明の実施の形態6によるマイクロ波ドハティ型増幅器（ドハティ型増幅器）の構成を示す図である。この実施の形態6においても、実施の形態5と同様にベースバンド信号に対して振幅、位相等に係る処理を実施する。図11において、図9および図10と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。51は電力レベルに応じた制御データ並びにピーク増幅器4に係るAM-AM特性に関するデータが記憶されるRAM（記憶手段）、52はピーク増幅器4の出力電力の一部を取り出す分配器（分配手段）、53は周波数変換用ミキサ、54は周波数変換用ミキサ53から出力されるアナログ信号としてのベースバンド信号をデジタル変換して出力するA/D変換器、55はレベル検出器42により検出された電力レベルおよびA/D変換器54からフィードバックされるベースバンド信号に応じて、ピーク増幅器4が配置される第2の経路を伝送されるベースバンド信号の振幅・位相制御を実施する制御回路（制御手段）である。なお、周波数変換用ミキサ53とA/D変換器54とから、分配器52から出力される高周波信号をデジタル信号としてのベースバンド信号に変換する信号逆変換手段が構成される。

【0066】次に動作について説明する。入力端子31から入力されたベースバンド信号は、分配器41によりキャリア増幅器3が配置された第1の経路とピーク増幅器4が配置された第2の経路とに分配される。制御回路55は、レベル検出器42により検出されたベースバンド信号の電力レベルに応じてRAM51から対応する制御データを読み出し、当該制御データに応じてレベル・位相変換器45を制御してベースバンド信号の振幅および位相を調整する。また、分配器52はピーク増幅器4の出力信号の一部を取り出す。そして、当該取り出された信号は、周波数変換用ミキサ53により周波数変換されてベースバンド信号として出力された後に、A/D変換器54でデジタル変換されて制御回路55に入力される。制御回路55は、RAM51に記憶された所望のAM-AM/PM特性とフィードバックされたベースバンド信号とを対照して、レベル・位相変換器45に係る制御を調整する。この際に、制御回路55は同時にRAM51に書き込まれたデータを最適なデータに書き換える。このようにフィードバック機能を備えることで、より精度の高い処理を可能とし、結果的にマイクロ波ドハティ型増幅器の効率を向上させる。

【0067】以上のように、この実施の形態6によれば、ピーク増幅器4から出力される高周波信号の一部を取り出す分配器52と、周波数変換用ミキサ53およびA/D変換器54から構成され取り出された高周波信号

をデジタル信号としてのベースバンド信号に変換する信号逆変換手段と、第2の経路を伝送されるベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出器42と、検出された電力レベルに応じた制御データ並びにピーク増幅器4のAM-AM/PM特性に係るデータが記憶されたRAM51と、レベル検出器42により検出された電力レベルおよび信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号に基づいて第2の経路を伝送されるベースバンド信号の振幅および位相を制御する制御回路55と、制御回路55からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相を変換するレベル・位相変換器45とを備えるように構成したので、出力信号をデジタル変換して制御回路55にフィードバックすることができるので、RAM51に記憶されたピーク増幅器4のAM-AM/PM特性に係るデータとフィードバックされた信号とを対照してレベル・位相変換器45に係る制御を調整することが可能となり、より精度の高い処理を実現することができてマイクロ波ドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0068】また、制御回路55が、信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号と、RAM51に記憶されたピーク増幅器4のAM-AM/PM特性に係るデータとを対照して、RAM51に記憶された制御データを書き換えるように構成したので、実際に使用されるマイクロ波ドハティ型増幅器の特性に応じて制御データを設定することが可能となり、より精度の高い処理を実現することができてマイクロ波ドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0069】実施の形態7. 図12はこの発明の実施の形態7によるマイクロ波ドハティ型増幅器（ドハティ型増幅器）の構成を示す図である。図12において、図2と同一符号は同一または相当部分を示すのでその説明を省略する。61はキャリア増幅器3の入力側に配置されるアイソレータ（第1のアイソレータ）、62はピーク増幅器4の入力側に配置されるアイソレータ（第2のアイソレータ）である。

【0070】次に動作について説明する。マイクロ波ドハティ型増幅器では、通常の並列増幅器と異なり、バイアス条件の異なる2つの増幅器を用いるために、2つの増幅器のバランスが悪い。さらに、1/4波長線路等を用いるために回路の経路が長くなることで、キャリア増幅器3が配置される経路とピーク増幅器4が配置される経路とを一巡するようなループにおいて不要なループ発振などの現象が発生しやすくなる。したがって、この実施の形態7によるマイクロ波ドハティ型増幅器では、キャリア増幅器3およびピーク増幅器4の入力側にアイソレータ61、62を設けることで、上記のループ発振を防止する。

【0071】以上のように、この実施の形態7によれば、キャリア増幅器3の入力側に配置されたアイソレー

タ61と、ピーク増幅器4の入力側に配置されたアイソレータ62とを備えるように構成したので、ループ発振を防止することができて、安定して動作するマイクロ波ドハティ型増幅器を得ることができるという効果を奏する。

【0072】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、入力端子と、入力端子から延びる第1の経路に配置されてA級、AB級またはB級にバイアスされる第1の増幅器と、第1の経路において第1の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路（ n は0または任意の自然数）と、入力端子から延びる第2の経路に配置されてB級またはC級にバイアスされる第2の増幅器と、第1の増幅器および第2の増幅器の出力側において第1の経路と第2の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、第1の経路を伝送される高周波信号または第2の経路を伝送される高周波信号について通過位相量および利得のいずれか一方または両方を補正する補正手段とを備えるように構成したので、第1の増幅器と第2の増幅器との利得の差および通過位相量の差のいずれか一方または両方を補償して、出力端における第1の増幅器の出力電力と第2の増幅器の出力電力との合成を良好に実施することができるので、ドハティ型増幅器全体としての出力電力や効率を向上することができるという効果を奏する。

【0073】この発明によれば、補正手段として、第1の増幅器または第2の増幅器の入力側に配置される可変減衰器および可変移相器を備え、さらに温度センサと、可変減衰器および可変移相器の制御に係る設定値を温度の関数として記憶した記憶手段と、温度センサにより測定された温度に基づいて記憶手段から可変減衰器および可変移相器の制御に係る設定値を読み出して可変減衰器および可変移相器を制御する制御手段とを備えるように構成したので、周囲温度に応じて可変減衰器および可変移相器を適宜制御して第1の増幅器と第2の増幅器との利得の差および通過位相量の差を補償して、出力端における第1の増幅器の出力電力と第2の増幅器の出力電力との合成を良好に実施することができるので、ドハティ型増幅器全体として周囲温度に関わらず高い出力電力や効率を維持することができるという効果を奏する。

【0074】この発明によれば、補正手段として、第1の増幅器または第2の増幅器の入力側または出力側に配置される遅延回路を備えるように構成したので、高周波信号の周波数に応じて第1の増幅器が配置された経路を伝送される高周波信号と第2の増幅器が配置された経路を伝送される高周波信号とに係る遅延時間を一致させることで第1の増幅器と第2の増幅器との通過位相量の差を補償し、出力端における第1の増幅器の出力電力と第2の増幅器の出力電力との合成を広帯域にわたって良好に実施することができるので、広帯域にわたって高効率

なドハティ型増幅器を得ることができるという効果を奏する。

【0075】この発明によれば、補正手段として、第1の増幅器または第2の増幅器の入力側または出力側に配置される周波数イコライザを備えるように構成したので、第1の増幅器が配置された経路を伝送される高周波信号と第2の増幅器が配置された経路を伝送される高周波信号とに係る利得の周波数特性を一致させることができ、広帯域にわたって良好な性能を実現することができるという効果を奏する。

【0076】この発明によれば、補正手段として、第2の増幅器の入力電力と出力電力との関係であるAM-AM特性並びに第2の増幅器の入力電力と通過位相量との関係であるAM-PM特性を調整するAM-AM/PM調整器を備えるように構成したので、第2の増幅器のAM-AM特性およびAM-PM特性を最適化して、出力端における第1の増幅器の出力電力と第2の増幅器の出力電力との合成を実施してドハティ型増幅器全体の高効率化ならびに低歪み化を実現することができるという効果を奏する。

【0077】この発明によれば、入力端子と、入力端子から延びる第1の経路に配置されてA級、AB級またはB級にバイアスされる第1の増幅器と、第1の経路において第1の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路（ n は0または任意の自然数）と、入力端子から延びる第2の経路に配置されてB級またはC級にバイアスされる第2の増幅器と、第1の経路において第1の増幅器の入力側に配置され、入力端子から入力されたベースバンド信号を高周波信号に変換する第1の信号変換手段と、第2の経路において第2の増幅器の入力側に配置され、入力端子から入力されたベースバンド信号を高周波信号に変換する第2の信号変換手段と、第1の増幅器および第2の増幅器の出力側において第1の経路と第2の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、第1の経路を伝送されるベースバンド信号または第2の経路を伝送されるベースバンド信号について通過位相量および利得のいずれか一方または両方を補正する補正手段とを備えるように構成したので、第1の経路または第2の経路を伝送される信号に対する振幅、位相等に係る調整を高周波信号よりも周波数の低いベースバンド信号に対して実施することができるので、調整の自由度が大きくなってより精度の高い処理を可能とし、ドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0078】この発明によれば、第1の信号変換手段および第2の信号変換手段がデジタル信号として与えられるベースバンド信号をアナログ高周波信号に変換するように構成したので、増幅器に係る制御動作をデジタル信号処理で実施することができるため、制御関連データを遠隔地に送信または遠隔地から受信することで、遠隔地

からのドハティ型増幅器のモニタや制御を可能にすることができるという効果を奏する。

【0079】この発明によれば、補正手段として、第1の経路または第2の経路を伝送されるベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出手段と、レベル検出手段により検出された電力レベルに応じた制御データが記憶された記憶手段と、検出された電力レベルに応じてベースバンド信号の振幅および位相の制御を実施する制御手段と、制御手段からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相を変換する変換手段とを備えるように構成したので、デジタル信号として与えられる電力レベルに係るデータに応じて最適な制御データを記憶手段から読み出して増幅器に係る制御動作を実施することができるので、精度の高い処理を実施してドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0080】この発明によれば、補正手段として、第1の経路または第2の経路を伝送される高周波信号の一部を取り出す分配手段と、取り出された高周波信号をデジタル信号としてのベースバンド信号に変換する信号逆変換手段と、第1の経路または第2の経路を伝送されるベースバンド信号の電力レベルを検出するレベル検出手段と、レベル検出手段により検出された電力レベルに応じた制御データ並びに第1の増幅器または第2の増幅器の特性に係るデータが記憶された記憶手段と、レベル検出手段により検出された電力レベルおよび信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号に基づいて第1の経路または第2の経路を伝送されるベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を制御する制御手段と、制御手段からの制御信号に応じてベースバンド信号の振幅および位相のいずれか一方または両方を変換する変換手段とを備えるように構成したので、出力信号をデジタル変換して制御手段にフィードバックすることができるので、記憶手段に記憶された第1の増幅器または第2の増幅器の特性に係るデータとフィードバックされるベースバンド信号とを対照して変換手段に係る制御を調整することが可能となり、より精度の高い処理を実現することができるのでドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0081】この発明によれば、制御手段が、信号逆変換手段からフィードバックされるベースバンド信号と、記憶手段に記憶された第1の増幅器または第2の増幅器の特性に係るデータとを対照して、記憶手段に記憶された制御データを書き換えるように構成したので、実際に使用されるドハティ型増幅器の特性に応じた制御データを設定することが可能となり、より精度の高い処理を実現することができるのでドハティ型増幅器の効率を向上することができるという効果を奏する。

【0082】この発明によれば、入力端子と、入力端子から延びる第1の経路に配置されてA級、AB級または

B級にバイアスされる第1の増幅器と、第1の経路において第1の増幅器の出力側に配置される $1/4 + n/2$ 波長線路(n は0または任意の自然数)と、入力端子から延びる第2の経路に配置されてB級またはC級にバイアスされる第2の増幅器と、第1の増幅器および第2の増幅器の出力側において第1の経路と第2の経路とが結合する部位に配置される出力端子と、第1の増幅器の入力側に配置される第1のアイソレータと、第2の増幅器の入力側に配置される第2のアイソレータとを備えるように構成したので、ループ発振を防止することができ、安定して動作するドハティ型増幅器を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1によるマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図2】 この発明の実施の形態1によるマイクロ波ドハティ型増幅器の変形例の構成を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態2によるマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態3によるマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図5】 この発明の実施の形態4によるマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図6】 AM-AM/PM調整器の構成の一例を示す図である。

【図7】 AM-AM/PM調整器の構成の他の例を示す図である。

【図8】 AM-AM/PM調整器の構成の他の例を示す図である。

【図9】 この発明の実施の形態5によるマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図10】 ベースバンド信号を処理対象としたAM-AM/PM調整器の構成を示す図である。

【図11】 この発明の実施の形態6によるマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図12】 この発明の実施の形態7によるマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図13】 高周波信号の波形の一例を示す図である。

【図14】 FET等の増幅素子についての出力側負荷インピーダンスと飽和電力および効率との関係を示すミスチャートである。

【図15】 従来のマイクロ波ドハティ型増幅器の構成を示す図である。

【図16】 入力信号の電力レベルが小さい場合のマイクロ波ドハティ型増幅器の動作状態を示す図である。

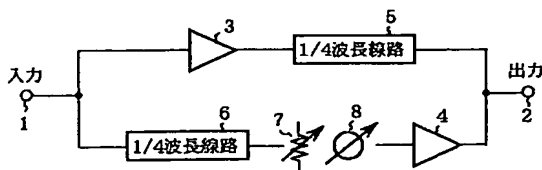
【図17】 ドハティ型増幅器に係るAM-AM特性を示す図である。

【図18】 ドハティ型増幅器において形成されるループを示す図である。

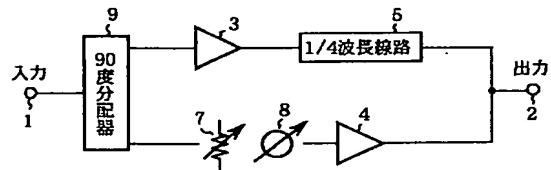
【符号の説明】

1 入力端子、2 出力端子、3 キャリア増幅器(第1の増幅器)、4 ピーク増幅器(第2の増幅器)、5, 6 $1/4$ 波長線路、7, 21 可変減衰器、8, 22 可変移相器、10 温度センサ、11 ROM(記憶手段)、12, 44, 55 制御回路(制御手段)、13 遅延回路、14 AM-AM/PM調整器、15 入力端子、16 直流カット用コンデンサ、17 直流バイアス電源、18 バイアス用抵抗、19 ダイオード、20 出力端子、23 分配器、24 レベル検出器、25, 26 制御回路、31 入力端子、32 ベースバンド処理回路、33 周波数変換回路、34, 35, 53 周波数変換用ミキサ、36 ローカル発振器、37 90度移相器、41 分配器、42 レベル検出器(レベル検出手段)、43 ROM(記憶手段)、45 レベル・位相変換器(変換手段)、46, 47 D/A変換器、51 RAM(記憶手段)、52 分配器(分配手段) 54 A/D変換器、61 アイソレータ(第1のアイソレータ)、62 アイソレータ(第2のアイソレータ)。

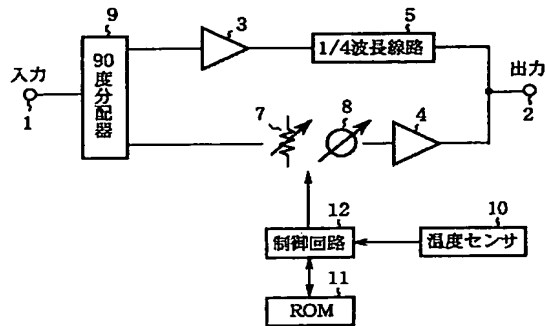
【図1】



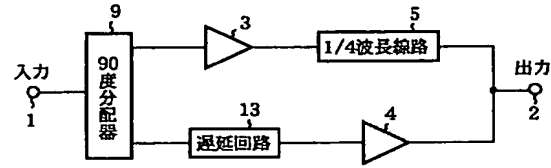
【図2】



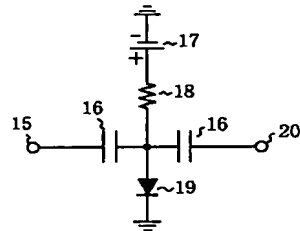
【図3】



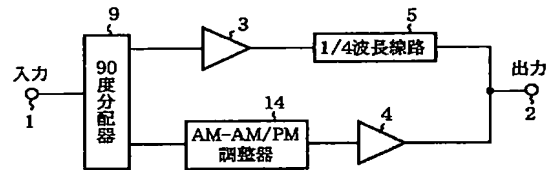
【図4】



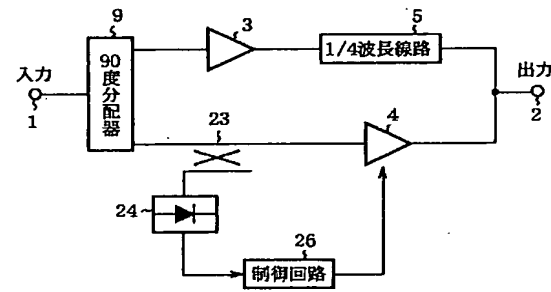
【図6】



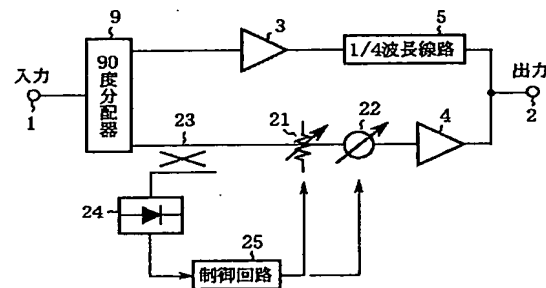
【図5】



【図8】

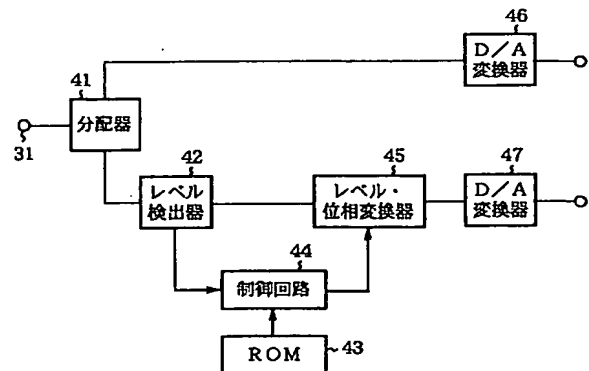
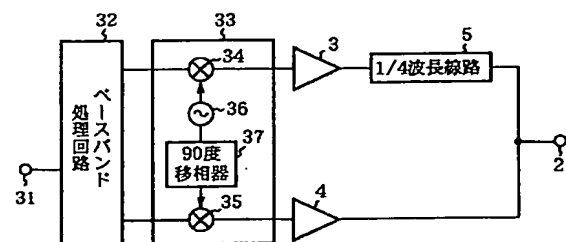


【図7】

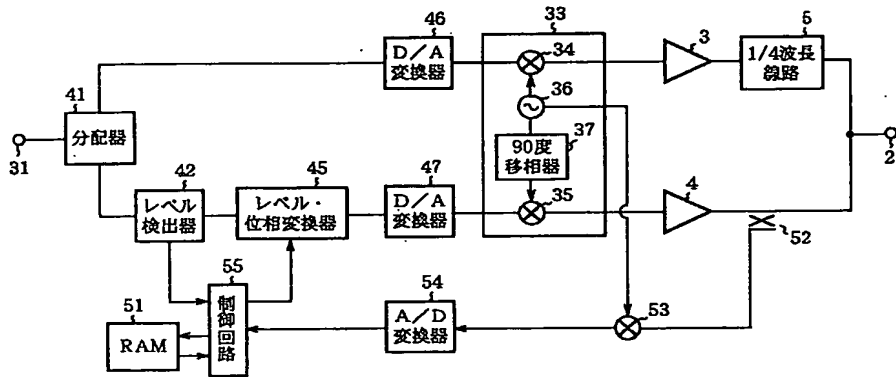


【図10】

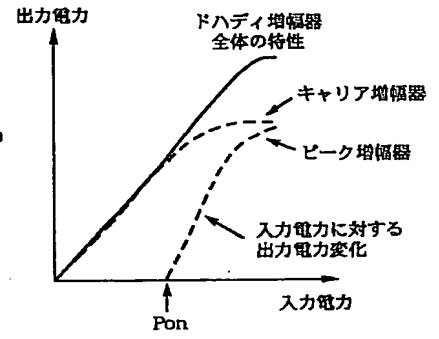
【図9】



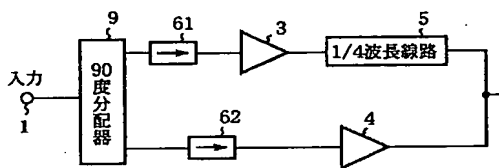
【図 11】



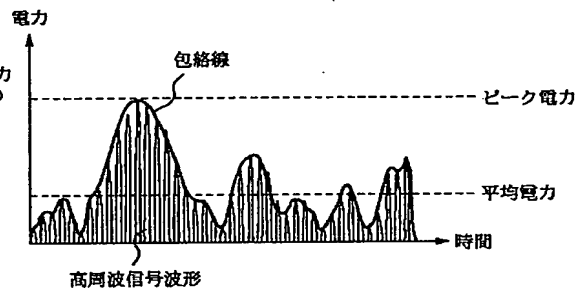
【図 17】



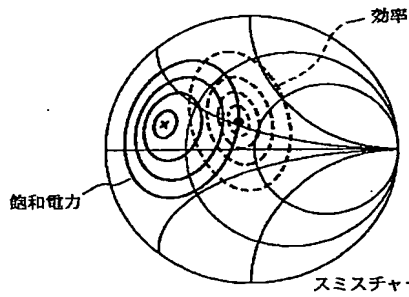
【図 12】



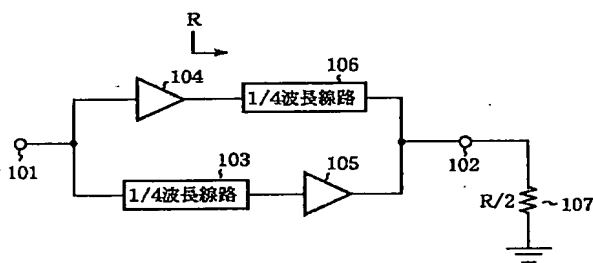
【図 13】



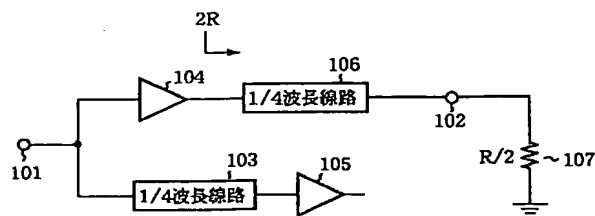
【図 14】



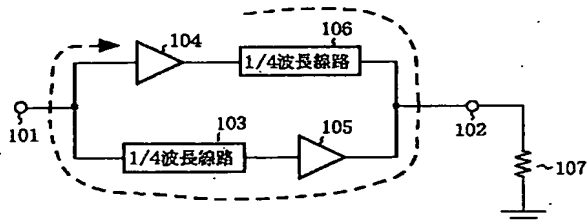
【図 15】



【図 16】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	タームコード (参考)
H O 3 F 1/34 1/42 3/21 3/24 3/68 H O 3 G 3/30		H O 3 F 1/34 1/42 3/21 3/24 3/68 H O 3 G 3/30	5 J 1 0 0 B B
(72) 発明者 池田 幸夫 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三 菱電機株式会社内 (72) 発明者 酒井 雄二 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三 菱電機株式会社内		F ターム (参考)	5J067 AA01 AA26 AA41 CA02 CA21 CA36 CA54 CA62 FA01 FA10 FA19 HA09 HA19 HA25 HA29 HA32 HA43 KA00 KA15 KA16 KA23 KA32 KA34 KA68 KS01 KS35 LS01 MA11 QS04 TA01 TA02 TA05 TA06 5J069 AA01 AA26 AA41 CA02 CA21 CA36 CA54 CA62 FA01 FA10 FA19 HA09 HA19 HA25 HA29 HA32 HA43 KA00 KA15 KA16 KA23 KA32 KA34 KA68 KC04 KC06 MA11 TA01 TA02 TA05 TA06 5J090 AA01 AA26 AA41 CA02 CA21 CA36 CA54 CA62 CN04 DN02 FA01 FA10 FA19 FN06 GN01 GN06 HA09 HA19 HA25 HA29 HA32 HA43 KA00 KA15 KA16 KA23 KA32 KA34 KA68 MA11 TA01 TA02 TA05 TA06 5J091 AA01 AA26 AA41 CA02 CA21 CA36 CA54 CA62 FA01 FA10 FA19 HA09 HA19 HA25 HA29 HA32 HA43 KA00 KA15 KA16 KA23 KA32 KA34 KA68 MA11 TA01 TA02 TA05 TA06 5J092 AA01 AA26 AA41 CA02 CA21 CA36 CA54 CA62 FA01 FA10 FA19 GR09 HA09 HA19 HA25 HA29 HA32 HA43 KA00 KA15 KA16 KA23 KA32 KA34 KA68 MA11 TA01 TA02 TA05 TA06 5J100 JA01 KA05 LA00 LA11 QA01 QA02 SA01